



175655
8.28.02
Atty. Dkt. No. AMAT/4213.P1/ETCH/

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:
Buie, et. al.

Serial No.: 10/024,958

Filed: December 18, 2001

Confirmation No.: 3439

For: ETCH PROCESS FOR
PHOTOLITHOGRAPHIC
RETICLE
MANUFACTURING WITH
IMPROVED ETCH BIAS

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Group Art Unit: 1756

Examiner: Unknown

COPY OF PAPERS
ORIGINALLY FILED

RECEIVED
AUG 20 2002
TECHNOLOGY CENTER 1700

CERTIFICATE OF MAILING 37 CFR 1.8	
I hereby certify that this correspondence is being deposited on <u>8/12/02</u> , 2002 with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.	
<u>8/12/02</u>	<u>Keith M. Tackett</u>
Date	Signature

CLAIM TO PRIORITY

Applicant(s) reaffirm the claim for the benefit of filing date of the following foreign patent application referred to in Applicant's Declaration:

German Application Serial Number 101 46 935.7 filed September 24, 2001.

A copy of the application certified by the German Patent Office is enclosed.

Respectfully submitted,

Keith M. Tackett

Keith M. Tackett
Registration No. 32,008
MOSER, PATTERSON & SHERIDAN, L.L.P.
3040 Post Oak Blvd., Suite 1500
Houston, TX 77056
Telephone: (713) 623-4844
Facsimile: (713) 623-4846
Attorney for Applicant(s)

MÜLLER & HOFFMANN – PATENTANWÄLTE

European Patent Attorneys – European Trademark Attorneys

Innere Wiener Strasse 17
D-81667 München

Anwaltsakte:	11404	Ko/gr
Anmelderzeichen:	200108098 (2001 E 07413 DE)	24.09.2001

Infineon Technologies AG

St.-Martin-Straße 53
81669 München

und

Applied Materials GmbH

Freisinger Straße 34
85737 Ismaning

Verfahren zum Herstellen einer Fotomaske

Beschreibung

Verfahren zum Herstellen einer Fotomaske

5 Die vorliegende Erfinung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Fotomaske aus einer auf einem Substrat vorge-
sehnen Chrom-Absorberschicht.

Die Entwicklung von Mikrochips geht hin zu einer immer grö-
ßen Integrationsdichte der elektronischen Bausteine. Da-
durch steigt einerseits beispielsweise die Speicherdiichte
von Speicherchips und andererseits erniedrigt sich der Preis
des einzelnen Bausteins. Die Herstellung von Mikrochips um-
fasst lithografische Schritte, in denen mit Hilfe einer Fo-
tomaske die auf einem Halbleiterkörper zu erzeugende Struk-
tur in einer fotoempfindlichen Lackschicht abgebildet wird.
15 Nach Entwicklung der Lackschicht wird eine Resiststruktur
erhalten, die wiederum als Maske für Ätzprozesse oder bei
der Abscheidung strukturierter Halbleiterschichten dienen
kann.

Zur Herstellung von Fotomasken, die zur Strukturierung von
fotoempfindlichen Lackschichten eingesetzt werden, wird der-
zeit oft eine Chrom/Chromoxid-Absorberschicht in Sandwich-
25 anordnung auf einem Quarzglassubstrat durch Ätzen mit der
gewünschten Struktur versehen. Unter einer Chrom/Chromoxid-
Absorberschicht ist dabei eine mit einer Chromoxid- (CrO_x -) Schicht versehene bzw. unter dieser liegende Chromschicht zu verstehen. Mit der Chrom/Chromoxid-Absorberschicht versehene
30 Bereiche des Quarzglassubstrates sind dabei für Licht un-
durchlässig, während von der Chrom/Chromoxid-Absorberschicht
befreite Teile des Quarzglassubstrates für Licht durchlässig
sind. Das Ätzen der Chrom/Chromoxid-Absorberschicht zu deren
35 Strukturierung kann nasschemisch oder mittels eines Plasmas,
beispielsweise in ICP-Plasmaätzreaktoren (ICP = Inductive

Coupled Plasma) vorgenommen werden. Die Maskierung der Plasmätzung erfolgt durch Fotolacke, wobei für diese Plasmätzung eine Chemie eingesetzt wird, die üblicherweise Chlor, Sauerstoff und gelegentlich Helium enthält.

5 Mittels dieser Chemie wird als Ätzprodukt flüchtiges Chromylchlorid (CrO_2Cl_2) gebildet.

Im einzelnen ist aus US 4 229 247 die Verwendung von CCl_4 zum Ätzen von Chrom bekannt, während US 3 951 709 einen Prozess beschreibt, bei dem Sauerstoff und eine Halogen enthaltende Verbindung verwendet wird, um Chrom durch Erzeugen von Oxychloriden zu ätzen.

15 Ein Nachteil der bekannten Prozesse ist darin zu sehen, dass durch einen Sauerstoffanteil ein relativ großer Abtrag der auf der Chrom/Chromoxid-Absorberschicht zu deren Strukturierung vorgesehenen Fotolackschicht verursacht wird. Sauerstoff bedingt nämlich einen lateralen Fotolackabtrag und damit eine Aufweitung von in der Absorberschicht zu ätzenden Gräben, was als "Ätzbias" bezeichnet wird.

20 Bei der Verwendung von Chlor, Sauerstoff und optional Helium als Ätzchemie tritt ein Ätzbias von wenigstens etwa 60 bis 25 100 nm auf, was im einzelnen vom Chromanteil, also letztlich der Dicke der Chrom/Chromoxidschicht, abhängig ist.

25 Der Ätzbias zeigt einen linearen Zusammenhang mit der Chrom/Fotolack-Ätzselektivität. Mit anderen Worten, je höher diese Ätzselektivität ist, desto geringer ist der Ätzbias. Die Chrom/Fotolack-Ätzselektivität liegt bei der genannten Ätzchemie aus Chlor, Sauerstoff und optional Helium in der Größeordnung von 1:1 bis 1,5:1. Eine Verringerung des Ätzbias ist unabdingbare Voraussetzung für die Erzeugung von immer

kleiner werdenden Strukturgrößen, die unterhalb von beispielsweise 560 nm liegen.

Durch den Einsatz von dünneren Chrom/Chromoxid-Absorber-
schichten auf dem Quarzglassubstrat kann zwar die Ätzzeit
für das Ätzen der Chrom/Chromoxid-Absorberschicht verkürzt
werden, was auch zu einem verringerten Abtrag der Fotolack-
schicht und damit zu einem reduzierten Ätzbias führt. Die
gegenwärtig dünneren in der Fertigung eingesetzten Chrom/
Chromoxid-Absorberschichten haben aber eine Dicke von immerhin
70 nm, so dass ein Ersatz von beispielsweise standardmäßig
100 nm dicken Absorberschichten durch 70 nm dicke Absor-
berschichten eine Einsparung an Ätzbias von etwa 30 % be-
wirkt. Dünnerne Absorberschichten als solche mit einer
Schichtdicke von 70 nm sind derzeit defektfrei nicht zu er-
halten.

Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Herstellen einer Fotomaske aus einer auf einem Substrat vorgesehenen Chrom/Chromoxid-Absorberschicht zu schaffen, bei dem die Chrom/Fotolack-Ätzselektivität einen wesentlich höheren Wert als 1,5:1 hat, so dass der Ätzbias deutlich vermindert ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfungsgemäß dadurch gelöst, dass als Ätzmittel ein CO/Cl₂-Gemisch verwendet wird.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Durch die Verwendung des CO/Cl₂-Gemisches als Ätzmittel wird eine neuartige Ätzchemie eingeführt. Diese Ätzchemie nutzt die Bildung von unter üblichen Ätzbedingungen im Plasma flüchtigem Chromhexacarbonyl (Cr(CO)₆) aus Chrom (Cr) und

Kohlenmonoxid (CO). Dadurch kann auf die Zumischung von Sauerstoff zum Ätzgas verzichtet werden, so dass die Sauerstoffkonzentration im Ätzgas auf den durch die Dissoziation von Kohlenmonoxid entstandenen Anteil minimiert ist.

5

Die Erfinder haben nun erkannt, dass ein Ätzprozess mit Kohlenmonoxid als alleinigem Ätzgas nicht ausführbar ist, da offenbar die Bildung von Chromcarbid einen Ätzangriff verhindert. Erst durch einen Zusatz von Chlor, also mit dem CO/Cl₂-Gemisch, kann eine befriedigende Ätzung der Chrom/Chromoxid-Absorberschicht erreicht werden. Die dabei ablaufenden Reaktionen konnten noch nicht vollständig aufgeklärt werden. Auch ist die Rolle von CO als Polymerbildner für eine Seitenwandpassivierung noch nicht vollständig verstanden.

15

Es hat sich aber gezeigt, dass mit der erfundungsgemäßen Ätzchemie eine Chrom/Fotolack-Ätzselektivität zu erreichen ist, die größer als 3:1 ist, was eine überraschend starke Verringerung des Ätzbias bedeutet.

20

Eine Feineinstellung des Ätzprozesses mit dem CO/Cl₂-Gemisch kann durch einen Zusatz von Inertgasen zu diesem Gemisch vorgenommen werden. Geeignete Inertgase sind Helium, Argon und Stickstoff, die einzeln oder in mehreren Komponenten dem CO/Cl₂-Gemisch beigemengt werden können. Geringe Mengen an Sauerstoff können die Chrom-Ätzrate deutlich erhöhen, wobei die Selektivität Chrom/Fotolack nicht stark verringert wird.

25

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, in deren einziger Fig. 1 ein Schnitt durch ein Quarzglassubstrat mit einer durch eine Fotolackschicht strukturierten Chrom/Chromoxidschicht gezeigt ist.

Auf ein Quarzglassubstrat 1, das lichtdurchlässig ist, wird ganzflächig eine etwa 70 bis 100 nm dicke Chrom/Chromoxid-
schicht 2 aufgetragen, die ihrerseits mit einer Fotolack-
schicht 3 bedeckt wird. Die Chrom/Chromoxid-Absorberschicht
5 2 besteht dabei aus einer Chromschicht 2a und einer darauf
vorgesehenen Chromoxidschicht 2b. Diese Fotolackschicht 3
wird in üblicher Weise strukturiert, um in ihr Fenster 4 zu
erzeugen, was beispielsweise durch Belichtung oder den Ein-
satz von Elektronenstrahlen geschehen kann.

10

Wird nun ein übliches Ätzmittel, wie beispielsweise Chlor,
Sauerstoff und optional Helium zum Plasmaätzen der noch
ganzflächigen Chrom/Chromoxidschicht 2 in den Fenstern 4
eingesetzt, so tritt ein Fotolackabtrag auf, der zu einem
15 Ätzbias führt, was durch Strichlinien 5 angedeutet ist.

20

Erfindungsgemäß wird aber anstelle der üblichen Ätzchemie
aus Chlor, Sauerstoff und optional Helium eine neuartige
Ätzchemie aus einem CO/Cl₂-Gemisch zum Plasmaätzen verwendet.
Diesem Gemisch kann zur Feineinstellung des Ätzprozesses und
insbesondere des Ätzabtrages noch ein Zusatz von Inertgasen,
wie Helium, Argon und Stickstoff und/oder aber auch Sauer-
stoff beigemengt werden. Durch den Einsatz dieser neuartigen
Chemie ist eine Chrom/Fotolack-Ätzselektivität, die größer
25 als 3:1 ist, anstelle von 1,5:1 mit der herkömmlichen Ätz-
chemie aus Chlor, Sauerstoff und optional Helium zu errei-
chen. Die hohe Ätzselektivität von über 3:1 bedeutet eine
dramatische Verringerung des Ätzbias, so dass dieser prak-
tisch verschwindet.

30

Wesentlich an der vorliegenden Erfinung ist also die Ver-
wendung eines CO/Cl₂-Gemisches für das Ätzen einer auf einem
Quarzglassubstrat aufgetragenen dünnen Chrom/Chromoxid-
schicht zur Bildung einer strukturierten Chrom/Chromosxid-
35 Absorberschicht als Fotomaske.

In dem CO/Cl₂-Gemisch können CO und Cl₂ ungefähr in gleichen Teilen eingesetzt werden. Es sind aber auch andere Mengenverhältnisse möglich.

5

Schließlich ist es möglich, die Chromoxidschicht mit einem Prozeß höherer Selektivität zu Fotolack als die darunter liegende Chromschicht zu ätzen, was den Ätzbias zusätzlich erniedrigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Fotomaske aus einer auf
einem Substrat (1) vorgesehenen Chrom/Chromoxid-Absorber-
schicht (2), bei dem auf die Chrom/Chromoxid-Absorberschicht
5 (2) eine Fotolackschicht (3) aufgetragen und strukturiert
(vgl. 4) wird und bei dem die von der Fotolackschicht frei-
liegenden Bereiche der Chrom/Chromoxid-Absorberschicht (2)
durch Einwirkung eines Ätzmittels abgetragen werden,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass als Ätzmittel ein CO/Cl₂-Gemisch verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass dem CO/Cl₂-Gemisch Inertgas und/oder Sauerstoff zuge-
setzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass als Inertgas eines oder mehrere Gase aus He, Ar und N₂
eingesetzt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass CO und Cl₂ in dem Gemisch ungefähr in gleichen Teilen
eingesetzt werden.

5. Verwendung eines CO/Cl₂-Gemisches zum Ätzen einer
Chrom/Chromoxid-Absorberschicht (2) auf einem Substrat (1).

Zusammenfassung

Verfahren zum Herstellen einer Fotomaske

5 Die Erfindung betrifft eine Ätzchemie aus einem CO/Cl₂-Gemisch zum Ätzen einer Chrom-Absorberschicht (2) auf einem Quarzglassubstrat (1).

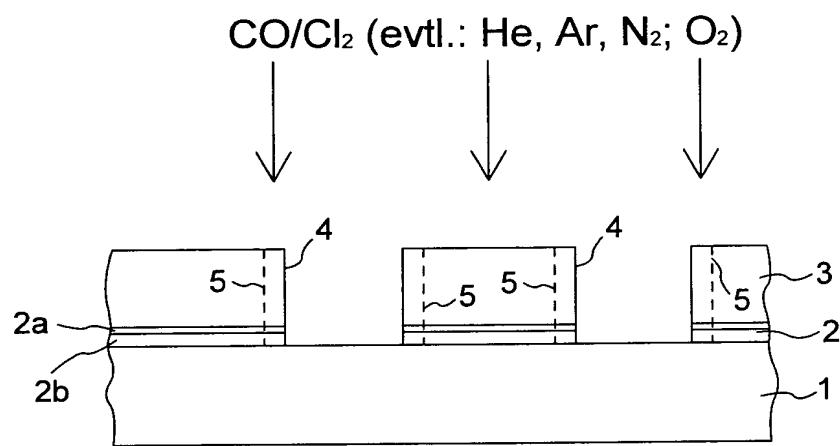
(Fig. 1)

1. Infineon Technologies AG
2. Applied Materials GmbH
Siemens AZ: 2001 08098
Erfolgsmeldung: 2001 E 07413 DE

11404

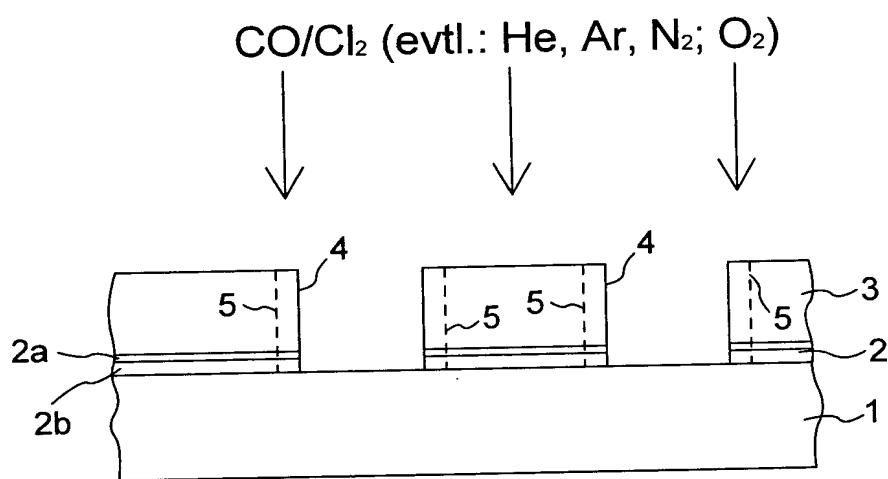
Bezugszeichenliste

- 1 Quarzglassubstrat
- 2 Chrom/Chromoxid-Absorberschicht
- 2a Chromschicht
- 2b Chromoxidschicht
- 3 Fotolackschicht
- 4 Fenster
- 5 Strichlinie für Ätzbias



Figur

Figur für die Zusammenfassung



Figur